

**<記事>(5) 金超微粒子の均一分散固定化とその応用  
 (主題：高品質素材の開発と利用)(素材工学研究所  
 第一回研究懇談会)(素材工学研究会記事)**

著者	小林 哲彦
雑誌名	東北大学素材工学研究所彙報 = Bulletin of the Institute for Advanced Materials Processing, Tohoku University
巻	48
号	1/2
ページ	195-196
発行年	1993-03-30
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/33862">http://hdl.handle.net/10097/33862</a>

表される巨大粒子加速器では、電磁厚板は、磁極材、リターンヨーク材及び積層型アイソヨーク材等に利用される。医療機器関係では、電磁厚板はMRI (Magnetic Resonance Imaging) 等の磁気シールド材として利用される。これらに利用される電磁厚板には、低磁場から高磁場に渡って高い磁気特性が均一に得られることが要求される。さらに、最近、将来の交通手段として有力視されているリニアモーターカーの磁気シールド材にも電磁厚板の適用が検討されている。ここでは、特に、低磁場での磁気特性向上が求められている。

鋼材開発に当たっては、低磁場から高磁場まで高い磁束密度を得ることが必要であるが、特に、低磁場での磁束密度の急激な立ち上げを図ることを目的とした、純鉄系に近い成分での各種製造プロセスの検討を行った。

#### (4) 超高純度銅について

同和鉱業㈱ 西野 勇, 藤原 論  
大滝光信, 永田長寿  
秋田製錬㈱ 倉 持 周 志

高純度銅の基礎物性が工業の見地から注目を集めており、たとえば、

- ①超伝導の分野では、極低温での高い熱伝導率と低電気・磁気抵抗に着目し、超伝導ケーブル用安定化材として検討が進められている。
- ②半導体の分野では、低不純物、低放出ガス、低抵抗に着目し、256メガ以上の大規模集積回路用内部配線材料として検討されている。また、ICチップとリードフレームを接続するボンディングワイヤとしても実用化されつつある。
- ③オーディオの分野では、優れた伝送特性を利用し、スタジオ用ケーブルあるいはスピーカーケーブル等が実用化されている。

一方当社では、高純度銅の製造ならびに評価技術の開発を行い、現在では、超高純度銅と言える7N(99.99999%)以上の純度を有する銅を量産出来る体制を築いた。

本報告では、当社で開発した高純度銅の物性評価から得られた知見として以下を報告する。

- ①6N銅および7N銅の残留抵抗比は、それぞれ、3,300および10,000である。分析により7N以

上の純度を示した、銅の残留抵抗比は、 $>100,000$ であり、これより、推定される純度は8N以上である。

- ②7N銅の20K近傍の、熱伝導率は、4N銅に比べ一桁高い。
- ③7N銅の線膨張係数は、4Nに比較して約2%大きい。
- ④6N、7N銅の再結晶温度は、 $100^{\circ}\text{C}$ と、4N銅に比較して、約 $150^{\circ}\text{C}$ 低い。
- ⑤6N銅は、張力の経時変化が大きい。これは、低い再結晶温度に起因している。
- ⑥6N銅は、4N銅に比べ約1桁高い耐疲労特性を示す。

以上の様な特性を利用し、高純度銅を用いた機能性材料あるいは部品の実用化研究が、各分野で進められている。その中には、オーディオケーブルの様に実用化されているものもある。また、超LSI用配線材料や、超伝導安定化材のように21世紀に向けて開発が進められているものもある。こうした用途開発を進めていくためには、高純度化技術、分析技術、材料評価技術、そして量産化技術といった要素技術がバランスよく開発されていくことが必要である。

#### (5) 金超微粒子の均一分散固定化とその応用

大阪工業技術試験所 小林 哲彦

金は、白金やバナジウム等の他の貴金属に比べ融点が低いことから、超微粒子としての安定性が悪くその性質は、十分に解明されていなかった。我々は、共沈法や析出沈殿担持法により、数nmの金超微粒子を酸化鉄、チタニア等の酸化物担体表面に分散固定化する手法を開発した。

金超微粒子を担持した酸化物は $-70^{\circ}\text{C}$ でもCOを酸化できるなど、これまでになく新しい触媒機能を有している。現在、 $\text{NO}_x$ 除去触媒、 $\text{CO}_2$ からのメタノール合成触媒、トリメチルアミン(悪臭物質)の酸化除去触媒等の環境浄化触媒への応用を検討中である。また、白色の担体を用いると金コロイドの鮮やかな紫色が得られることから、顔料への応用も期待される。さらに、金超微粒子を担持した酸化物について電気や光等のバルク物性を制御するとともに、薄膜化することにより、ガスセンサ等への

展開も図っている。

## (6) 構造用セラミックスの開発

(株)NKK 西 尾 浩 明

1970年代の二度のエネルギーショックを経て、エネルギーの有効利用への関心が高まり構造材料としてのセラミックス — 構造用セラミックス — の耐熱性、耐磨耗性、耐蝕性、軽量性といった特徴が注目され、研究開発が本格的に進められるようになった。

本報告では、まず、高温で強度低下がなく耐酸化性の優れたサイアロンの開発について述べる。従来、サイアロンを含めて窒化ケイ素材料は酸化物系の焼結助剤を添加して緻密化を図っているため粒界にガラス相が存在する組織となっていた。このガラス相が強度、耐酸化性を支配し、十分な高温特性が得られない原因となっていた。そこで、我々は窒化ケイ素とアルミナゾルを出発物質として粒界相を生成しないサイアロンの作製を試みた。これは、焼結の過程で一時的に発生する  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  系の融液を利用して緻密化を図り、最終的に、 $\beta'$  相と  $\text{O}'$  相の2相のサイアロンを析出させたものである。この材料は1350℃まで強度低下がなく、耐酸化性が優れている。

1988年から、通産省のムーンライト計画のなかで、セラミックガスタービン (CGT) の開発が進められている。NKKは高温3部品の開発を担当し、上述のサイアロンを適用し部分レベルで試験片レベルの強度特性が再現できることを確認した。今後、実機テストに移行の予定である。

## (7) 表面解析 — ESCA, オージェ, SIMS の現状と将来展望

大阪大学工学部 志 水 隆 一

現在オージェ電子分光 (AES) とX線光電子分光法 (XPS, 又はESCA) は表面化学組成の定量的知見を得る手法として広く使われている。これら電子分光法にもとづく定量分析の精度を向上させるには、より正確なスペクトル解析が必要であり、

そのためには信号電子の固体内での振舞を正確に理解していなければならない。このようなkV電子の固体内における複雑な散乱過程についての詳細な知識にもとづいてはじめてback-ground除去による信号強度の正確な計測やsource function (生成直後の光電子のスペクトル) の決定が可能となるのである。

最近の電子と固体との相互作用についての研究はコンピュータシミュレーションの手法を導入することにより、電子分光法により得られる電子スペクトルの解析に新しい進展をもたらしつつある。ここでは、電子の固体内における散乱過程をモンテカルロシミュレーションにより記述することにより解析が可能になった次の事項について紹介する。

- (i) AESとXPSにおけるバックグラウンド形式の解明
- (ii) 反射電子エネルギー損失スペクトル (REELS) のモンテカルロ解析による損失関数の決定
- (iii) その損失関数を用いた拡張されたLandau formulationによるAu 4f. 光電子のsource functionの決定

さて、二次イオン質量分析 (SIMS) の定量化については、二次イオン生成機構の解明は依然として課題として残されており定量分析の実現は容易にないように思われる。しかし、最近のエキシマレーザー技術の進歩は非共鳴多光子イオン化によるスパッター中性粒子質量分析法 (Sputtered Neutral Mass Spectrometry-SNMS) の飛躍的な進展をもたらした。定量分析への道を拓きつつある。この手法は表面よりスパッターされて出てくる中性粒子にレーザーを照射することによりほぼ100%に近い確率でイオン化し、それをSIMSと同様質量分析するもので定量性にきわめて優れており不純物元素の高感度分析に加えて、従来困難とされていたマトリックスの定量分析も可能になりつつある。文字通りマイクロアナリシスに新しい局面をもたらすもので大きな期待が寄せられている手法である。

以上、AES, XPS, およびSIMS (SNMS) の現状について述べると同時にあわせて将来への展望を試みたい。